

Analyse du rôle des modèles dans le fonctionnement des organisations frontières entre science et gestion

Natalie Chong^{1*}, José-Frédéric Deroubaix¹, Céline Bonhomme¹

¹ LEESU, École des Ponts et Chaussées, Université Paris-Est Marne-la-Vallée

* natalie.chong@enpc.fr

Résumé

Les outils de modélisation ont été adoptés dans plusieurs secteurs (eau, transport, urbanisme, énergie...) en raison de leur nature adaptable, flexible et hybride et de leurs fonctionnalités multidimensionnelles. Ces qualités leur ont permis de traverser et d'unir à la fois les frontières de la science, de la gestion et des politiques publiques. Mais quand cela se produit-il, comment, et dans quelles conditions ? L'étude des cas du PIREN-Seine en France et du CRC for Water Sensitive Cities en Australie conduisent à la conclusion qu'il existe différents types d'utilisations et différentes utilités des modèles, en partie déterminés par la finalité et la stratégie de modélisation. Cependant, en réunissant et en autorisant des médiations entre divers acteurs ayant des intérêts et des préoccupations parfois opposés, ces « organisations frontières » favorisent la confiance et l'apprentissage social. Cette confiance et ces apprentissages sont nécessaires, notamment pour « gérer » l'incertitude entourant les activités de modélisation et permettre d'améliorer l'utilisation et l'utilité des outils de modélisation. Les modèles sont des « objets frontières », qui partagent une même fonction dans les deux cas analysés : ils permettent tout à la fois de construire et maintenir les frontières entre science et gestion (garantissant leur crédibilité scientifique) autant qu'ils permettent de les transgresser (autorisant la production d'une connaissance utile aux acteurs opérationnels). On constate en effet que le type d'utilisation aide à maintenir les frontières, tandis que l'utilité peut faciliter la transgression. Cependant, même si le concept « d'organisations frontières » permet de comprendre le rôle des modèles (et les conditions nécessaires à l'actualisation de ce rôle) dans les deux cas étudiés, il permet difficilement de saisir l'hétérogénéité des relations science-gestion qui existent à l'intérieur, entre et en dehors des frontières définies.

Points clefs

- ✓ *Les finalités et les stratégies de modélisation différentes en France et en Australie conduisent à des usages semblables et à une distribution des utilisations et utilités différentes*
- ✓ *Les « organisations frontières » contribuent à créer les conditions nécessaires au renforcement de la confiance et à l'apprentissage social*
- ✓ *Les modèles fonctionnent comme « objets frontières », permettant de renforcer les frontières autant qu'ils permettent de les transgresser*

Introduction

Un changement notable est intervenu au cours de ces dernières décennies à la fois dans les pratiques scientifiques et dans les modes de gestion de l'eau et des milieux aquatiques vers plus de collaboration entre ces deux secteurs, d'intégration des problématiques de recherche et des objets de politiques publiques et, de participation des acteurs et du public.

En France, la « loi sur l'eau » de 1992 a marqué une étape supplémentaire vers une approche de gestion dite « intégrée », caractérisée par une forme d'action publique territorialisée et participative qui prend en compte les différentes dimensions de la ressource en eau (qualité, quantité, usages, milieux...) et leurs interactions (Allain, 2001 ; Massardier, 2009 ; Vieillard-Coffre, 2001). Cette nouvelle approche « [encourage] à la fois la contractualisation de la gestion de l'eau et la concertation autour des grands objectifs et la négociation de ces derniers » (Massardier, 2009).

Cependant, alors qu'une telle approche apparaît logique et naturelle pour répondre à des questions environnementales, la complexité des systèmes aquatiques et des réseaux d'acteurs impliqués rend son application plus difficile en pratique : « *Malgré tout, les questions de l'expertise et de la coordination territoriale restent ouvertes, dans le sens où demeurent très clairement posés deux problèmes : celui des rapports de forces entre ces catégories, d'évidence inégaux, et celui du contrôle démocratique de ces politiques territoriales, avec une expertise qui peut être complètement a-territoriale, et basée sur des intérêts économiques, financiers ou catégoriels* » (Ghiotti, 2006).

D'une part, le fonctionnement d'un bassin versant tel que celui de la Seine est basé sur des interactions chimiques, biologiques et physiques qui influencent les qualités et quantités d'eau. Dans un pareil bassin versant, l'eau est inégalement distribuée dans l'espace et dans le temps et interagit avec tout son environnement qui se révèle être est à la fois dynamique et en permanente évolution (Laurent, 1996). D'autre part, la gestion de l'eau dans un bassin versant d'une telle taille implique nombre d'acteurs et d'organisations à différents niveaux de gestion, dont les activités correspondent à différents types de réglementations (Vieillard-Coffre, 2001), ainsi qu'à des contraintes de temps et de ressources variées. Ces acteurs ne sont pas seulement guidés par des intérêts souvent contradictoires, ils ont aussi généralement une vision spécifique et orientée du problème correspondant traditionnellement à un secteur spécifique de l'action publique (Laurent, 1996). La persistance des conflits d'usages témoignent de la difficulté à fonder une régulation publique sur la base d'une expertise scientifique techniquement, économiquement et politiquement acceptable.

En parallèle, les changements fondamentaux intervenus dans les institutions scientifiques et les structures de financement de la recherche au cours des dernières décennies ont fait de la relation entre science, gestion et politique une relation de plus en plus interdépendante (Gibbons *et al.*, 1994; Waterton, 2005).

C'est dans ce contexte qu'on assiste à l'émergence d'organisations que l'on peut qualifier de « *frontières* » (« *boundary organisations* »). A l'interface entre différents mondes sociaux, elles peuvent favoriser des approches collaboratives et intégratives et permettre des médiations entre différents types de savoirs (savoirs scientifiques et savoirs d'usages par exemple). Mais comment fonctionnent ces organisations ? Quels gains permettent-elles d'obtenir en termes de connaissances scientifiques et d'outils pour mieux gérer les ressources en eau ? Alors que les modèles deviennent des outils fondamentaux dans la gestion et la planification de l'eau, quel rôle jouent-ils dans ce contexte complexe et dynamique ?

Cette recherche vise à éclairer ces questions en comparant deux cas d'organisations qui remplissent a priori les fonctions « d'organisations frontières » : le PIREN-Seine en France et le CRC for Water Sensitive Cities en Australie. Plus précisément, on cherche à comprendre le rôle des modèles dans le fonctionnement de ces « organisations frontières » à partir des questions suivantes :

- Dans quelles circonstances, les frontières sont-elles les plus perméables ? Inversement, quand sont-elles les plus affirmées ?
- Comment les modèles permettent-ils le franchissement des frontières ?
- Dans quelles conditions ces organisations frontières produisent-elles des apprentissages réciproques ?

- Comment les « organisations frontières » gèrent-elles la tension entre collaboration, autonomie et hétérogénéité ?

Nous précisons dans un premier temps les différents types d'utilisation, d'usages et d'utilités observés ainsi que la notion d'« organisation frontière ». Dans un deuxième temps, nous présentons succinctement le travail d'enquête réalisé auprès des deux organisations et explicitons le travail de comparaison mené sur ces deux terrains. Enfin nous exposons et discutons les principaux résultats et limites d'une analyse des modèles en tant qu'objets frontières.

1. « Utilisation », « usage » et « utilité » des modèles

« Tous les modèles sont faux, mais certains sont utiles », faisait remarquer le statisticien britannique George E.P. Box en 1979. Mais qu'est-ce que l'utilité d'un modèle ? Dans quels contextes sont-ils utiles ? Pour qui et, pour quoi faire ?

Pour comprendre ces questions, il faut d'abord caractériser les termes : « utilisation », « usage » et « utilité ». Dans le cadre de la modélisation, l'« utilisation » doit être comprise comme l'acte technique, la pratique ou l'activité de celui qui développe ou se sert du modèle ou des sorties du modèle. En d'autres termes, ce qui est fait *dans* le modèle ou ce qui est fait *au* modèle. L'« usage », quant à lui doit être envisagé comme la stratégie développée par l'utilisateur vis-à-vis du modèle, ce que l'utilisateur compte faire du modèle ou des sorties du modèle, en d'autres termes ce qu'il fait *avec* le modèle. Enfin, on considère « l'utilité » d'un modèle comme de qui décrit la performance, ou ce que le modèle permet effectivement de faire ou de faire-faire, techniquement ou politiquement. Cette relation est illustrée dans la figure 1 ci-dessous.



Figure 1. Relation entre « utilisation », « usage » et « utilité ».

1.1. Types d'utilisations observées

Dans les deux cas étudiés (PIREN-Seine et CRC for Water Sensitive City), on a observé différentes formes d'utilisations qui se rapportent à un niveau d'implication plus ou moins forte dans l'activité de modélisation (voir Tableau 1 ci-dessous). L'utilisation « **DIRECT++** » renvoie à une maîtrise totale du modèle. Ce type d'utilisateur est typiquement un chercheur ou un développeur de modèle(s) capable de coder et d'apporter des modifications au modèle. L'utilisation « **DIRECT+** » désigne une utilisation autonome sans capacité de modifier le modèle (par exemple le SIAAP dans le cas de PROSE). Les utilisateurs « **DIRECT** » ont une

bonne compréhension de ce qui est modélisé mais ils ne font pas les simulations eux-mêmes préférant plutôt demander aux chercheurs une étude spécifique. L'Agence de l'eau procède souvent de la sorte, par exemple lorsqu'ils veulent tester différents scénarios agricoles pour évaluer la pression sur la nappe. Les utilisateurs **INDIRECT** quant à eux ne participent pas à des simulations ou ne sont pas demandeurs d'études réalisées sur la base de modélisation d'études, mais ils participent néanmoins aux activités PIREN (les colloques, les ateliers...) et bénéficient des connaissances scientifiques dérivées des modélisations développées et plus ou moins directement exploitées par d'autres.

Tableau 1. Types d'utilisation

Direct++	maîtrise totale du modèle
Direct+	utilisation autonome du modèle sans la capacité de modifier le modèle (le code)
Direct	bonne compréhension de ce qui est modélisé tout en conservant une implication limitée dans le processus de modélisation
Indirect	détachement complet des activités de modélisation

Trois utilités principales

On a identifié trois utilités principales dans les deux cas étudiés : *l'éclaircissement, l'aide à la décision, et le soutien à la négociation* (Clark *et al.*, 2011 ; Nilsson *et al.*, 2008 ; O'Mahony and Bechky, 2008). L'éclaircissement fait référence à un approfondissement de la compréhension globale du système. Dans ce cas de figure, l'utilité de la modélisation réside dans une forme « d'habilitation » de celui ou de celle qui prend part aux activités du PIREN Seine, qui se voit ainsi à même de suivre les tendances et les problèmes émergents et d'anticiper les tendances futures. C'est par exemple le cas quand des chercheurs utilisent Riverstrahler pour étudier le transfert et l'évolution des nutriments dans la Seine. L'aide à la décision désigne la situation dans laquelle, les sorties du modèle (résultant par exemple d'une série de simulations) permettent d'évaluer des décisions ou de soutenir des choix de planification. Le soutien à la négociation va au-delà de l'aide à la décision car, dans ce cas de figure, les sorties du modèles permettent à celui qui s'en sert de construire et d'étayer une position dans un processus de négociation au sein duquel peuvent s'exprimer des rapports de force. Par exemple, le SIAAP qui possède une expertise fondée sur sa participation au développement du modèle PROSE, peut en partie justifier vis-à-vis des services de la police de l'eau de la conformité de ses rejets aux dispositions réglementaires de la Directive Cadre sur l'Eau. Cette possibilité suppose cependant l'existence d'une confiance plus ou moins implicite dans la capacité du modèle à reproduire des impacts des rejets sur le milieu récepteur.

1.2. Organisations situées à la frontière science-gestion

Les « *organisations frontières* » sont des organisations intermédiaires chevauchant les frontières de la science, de la gestion et de la politique par la coproduction d'intérêts partagés, de connaissances et d'outils (Guston, 2001), qui peuvent faciliter et/ou entraver la communication, la collaboration et l'action collective (Cash *et al.*, 2003). Alors que certaines analyses critiques des situations d'expertise pointent la bureaucratisation ou la standardisation de la science quand elle est appliquée à des situations réelles (Jasanoff, 1995, 1987), Guston (2001, 1999) soutient que les « *organisations frontières* » peuvent aider à éviter ces problèmes en ayant un pied dans le champ scientifique et l'autre dans celui de la gestion et de la politique, se tenant ainsi mutuellement responsables.

Dans le même ordre d'idées, les outils de modélisation peuvent être considérés comme des « *objets frontières* » (Star, 2010 ; Star and Griesemer, 1989), qui servent à approfondir la compréhension scientifique tout en appuyant les décisions clés en matière de gestion, de politique ou de planification (Argent, 2004 ; Liu, 2009). Leur fonctionnalité multidimensionnelle, en tant qu'outil de recherche, outil de gestion et instrument politique, permettrait aux praticiens de s'orienter dans les complexités de la gestion et de la planification des ressources en eau ; une gestion et une planification qui exige non seulement une compréhension nuancée des processus environnementaux dynamiques, mais également une capacité de

négozier des compromis entre une multitude de facteurs sociaux, économiques, politiques et écologiques ainsi que des intérêts concurrents entre divers acteurs.

2. Matériels et méthodes

2.1. Étude qualitative : analyse documentaire et entretiens semi-structurés

Une étude qualitative a été menée en utilisant une approche basée sur la « Grounded Theory » (Corbin and Strauss, 2008 ; Glaser et al., 1968 ; Glaser and Holton, 2004), une méthodologie de recherche globale dans laquelle les fondements théoriques dérivent de la collecte et de l'analyse systématique de données. Plutôt que de disposer dès le départ d'un cadre ou d'une théorie bien établie permettant de confronter les données de la recherche, cette méthode offre une approche plus souple et adaptative. Il s'agit au cours d'un processus itératif de construire progressivement les concepts théoriques de base en développant des liens provisoires entre les concepts de base et les données collectées.

Notre analyse s'appuie principalement sur l'analyse systématique de documents (littérature grise et littérature scientifique produite par les deux programmes), sur des entretiens formels semi-directifs avec des chercheurs et des praticiens des deux pays (50 en France et 21 en Australie), ainsi que sur l'observation d'activités au cours desquelles les praticiens et les chercheurs interagissent. Ce travail de terrain a permis de construire un riche ensemble de données permettant de procéder à une analyse comparative entre le PIREN-Seine en France et le CRC for Water Sensitive Cities en Australie.

2.2. Analyse comparative : France et Australie

L'objectif d'une comparaison franco-australienne est d'enrichir notre analyse du PIREN-Seine avec une perspective internationale. L'intérêt de cette comparaison réside dans l'analyse des similitudes observées dans ces exemples autant que dans la mise en évidence de leurs différences. Il s'agit dans les deux cas de programmes de recherche interdisciplinaires, qui réunissent des scientifiques et des praticiens. Le développement de modèles est autant un moteur qu'un résultat des coopérations entre chercheurs et praticiens dans les deux exemples. Cependant les modalités de financement et de fonctionnement des organisations sont contrastées. Le financement du PIREN-Seine est un financement croisé entre la recherche et les pouvoirs publics, alors que pour le CRC for Water Sensitive Cities, le financement est partagé entre le gouvernement, l'industrie et la recherche avec une finalité opérationnelle systématiquement revendiquée.



Le choix de ces terrains correspond à une volonté de comparer deux « business models » différents pour ne pas dire opposés : le PIREN-Seine, plus orienté vers la recherche et la production de connaissances sur les milieux aquatiques et le CRC for Water Sensitive Cities, davantage tourné vers l'industrie et l'aménagement urbain. Du côté du CRC for Water Sensitive Cities, les acteurs ont pour ambition de produire des modèles en soutien aux politiques d'aménagement urbain qui permettent de respecter l'injonction réglementaire de préservation de la ressource en eau. Du côté du PIREN-Seine, les membres affichent la volonté de produire une « science utile » aux praticiens sans que soit clairement explicité le lien avec les politiques publiques. Le PIREN-Seine, en tant qu'institution, ne tranche jamais la question de savoir comment les modèles doivent être utilisés, alors que le CRC for Water Sensitive Cities conçoit et promeut explicitement ses modèles pour soutenir les politiques en faveur des « *Water Sensitive Cities* » (Wong, 2006 ; Wong and Brown, 2009) un concept holistique qui implique non seulement des éléments techniques d'optimisation des ressources en eau, mais également des changements de comportements dans la société. L'objectif du CRC for Water Sensitive Cities est donc explicitement de produire une expertise interdisciplinaire en vue d'influencer les politiques, les réglementations et les pratiques pour promouvoir l'adoption de ce concept.

3. Résultats

3.1. Usages similaires, utilisations et utilités différentes

L'hypothèse initiale était que *la manière dont une organisation et un ensemble d'outils est structurée peut aider ou entraver la production de connaissances scientifiques perçues comme « utiles » pour la conduite de politiques d'aménagements urbains et de gestion des milieux aquatiques*. Les deux exemples montrent que les finalités et les stratégies de modélisation différentes conduisent à des usages semblables et à une distribution des utilisations et utilités différentes (voir Tableau 2).

Tableau 2. Distribution des utilisations et utilités dans le PIREN-Seine et le CRC for Water Sensitive Cities.

 		
<i>Utilité primaire</i>	Éclaircissement	Aide à la décision
<i>Utilisations primaires</i>	DIRECT++ DIRECT+ DIRECT INDIRECT	DIRECT+ DIRECT

Les usages observés des modèles par les praticiens étaient sensiblement les mêmes dans les deux cas : explorer des possibilités ou justifier des programmes d'action. En revanche, nous avons observé une plus grande différence dans les utilisations et les utilités des modèles dans les deux cas : si on constate les mêmes types d'utilisations et d'utilités, leur distribution n'est pas la même.

Le PIREN-Seine étant principalement orienté vers la recherche, la plupart des modèles sont des modèles de recherche qui servent à *l'éclaircissement*, et les utilisateurs sont des utilisateurs **DIRECT++**, **DIRECT+**, **DIRECT** ou **INDIRECT**. Dans le cas du CRC for Water Sensitive Cities dont la stratégie globale et les modèles sont plus orientés vers l'industrie, la majorité des modèles sont des modèles « *opérationnels* » que les praticiens sont censés s'approprier pour appuyer directement les décisions en matière de planification et de politique ; cette caractéristique se conjugue avec des utilisateurs **DIRECT+** et **DIRECT**.

Un autre facteur qui peut influencer l'utilisation et l'utilité des modèles est le caractère d'interdisciplinarité plus ou moins radicale des programmes. Les deux programmes sont interdisciplinaires mais la place accordée à un certain type de sciences sociales est plus importante dans le cas du CRC for Water Sensitive Cities : les recherches en sociologie et en psychologie environnementale, orientées vers la recherche d'une plus grande acceptabilité sociale et d'une facilitation des processus de planification occupent ainsi un espace nettement plus important que dans le cas du PIREN-Seine, caractérisé par une grande diversité des disciplines (histoire, urbanisme et aménagement, sociologie politique, géographie) plutôt tournées vers la compréhension générale des interactions entre les systèmes humains (agricoles ou urbains) et les milieux aquatiques ou encore les modes de production de la connaissance scientifique ou de l'expertise administrative sur l'état des milieux à plus ou moins long terme.

L'utilisation et l'utilité de ces outils ont cependant également été améliorées par des structures de soutien, qui facilitent l'échange et le transfert des connaissances. Au sein du PIREN, par exemple, il existe des ateliers, des conférences, une cellule de transfert, des documents tels que des fascicules et des fiches synthétisant les recherches (4 pages), etc. Le CRC for Water Sensitive Cities propose quant à lui des formations et des ateliers spécifiques pour transférer les connaissances acquises et les outils développés. Ils ont aussi développé des structures permanentes pour maintenir et mettre à jour les modèles. Dans le même temps, les

acteurs interviewés sont conscients de l'investissement important en temps et en ressources et reconnaissent que cette politique d'accompagnement ne peut pas être développée pour tous les modèles.

3.2. Des frontières fonctionnelles : flexibles et « parfois » perméables

Bien que les utilisations et les utilités soient différemment distribuées dans les deux programmes, la fonction fondamentale des modèles en tant qu'« *objets frontières* » est partagée et, l'on peut en déduire que si tous les modèles ne réussissent pas également à remplir cette fonction, leur existence en tant qu'objet frontière est une caractéristique universelle. En tant qu'objets frontières, ils servent à construire et à maintenir autant qu'à transgresser les frontières entre deux sphères d'activités distinctes (dans leurs raisons d'être, leur mode de fonctionnement, les enjeux qui les structurent). Le type d'utilisations de ces objets frontières aide à maintenir les frontières, tandis que les utilités qu'ils permettent facilitent la transgression.

3.2.1. Le type d'utilisation peut renforcer les frontières

Au sein du PIREN-Seine, les principales utilisations des modèles sont **DIRECT++**, **DIRECT+**, **DIRECT** et **INDIRECT**, créant une distinction plus prononcée entre ceux qui peuvent manipuler le modèle (faire des simulations de manière autonome, changer les paramètres, modifier le code...) et ceux qui ne le peuvent pas, soit parce qu'ils n'ont pas la propriété du code, soit à cause d'un investissement en temps et en ressources trop important. Cette utilisation différenciée peut être considérée comme le résultat d'une stratégie visant à préserver l'objectivité, la crédibilité et la légitimité scientifiques de ces outils, car les modèles eux-mêmes restent généralement entre les mains des « *experts* ». Même si le SIAAP ne peut pas changer le code du modèle ProSe, son implication dans le développement du modèle et ses relations historiquement étroites avec les chercheurs du PIREN suffisent à maintenir la légitimité du modèle aux yeux de la police de l'eau, puisque il a été développé comme un modèle scientifique.

La stratégie du CRC for Water Sensitive Cities qui vise à transférer directement les outils aux praticiens favorise des utilisations **DIRECT+** et **DIRECT**. Ce type de stratégie pourrait laisser supposer une moindre légitimité scientifique des modèles développés par le CRC for Water Sensitive Cities. Ce n'est cependant pas le cas, comme en témoigne la réputation du modèle MUSIC, nationalement reconnu comme « *scientifiquement valide* ». Dans ce cas, même si les modèles sont adoptés et « manipulés » par des « profanes », leur base scientifique n'est pas contestée. Cette légitimité est d'ailleurs régulièrement entretenue par le biais de mises à jour et de procédures de validation plus formelles impliquant des partenaires en tant que bêta-testeurs, et des procédures de certification par l'État. Il existe également des structures de soutien (des manuels de l'utilisateur, des ateliers de formation...) pour encourager le « bon usage » et permettre d'éviter certains « mésusages ».

3.2.2. L'utilité peut faciliter la transgression entre les frontières

Alors que l'utilisation peut aider à renforcer les frontières, l'usage et l'utilité d'un modèle peut faciliter la transgression des frontières entre science, gestion et politiques publiques. Le PIREN-Seine et le CRC sont des programmes de recherche interdisciplinaires composés d'un groupe hétérogène d'acteurs et d'institutions. Dans les deux cas, l'utilité du modèle pour éclairer la compréhension scientifique ainsi que les décisions de gestion et de planification fournit une base pour la communication entre ces divers acteurs, leur permettant ainsi d'aller au-delà des limites de leur « *sphère institutionnelle* ».

Dans le cas du SIAAP, la flexibilité de ProSe pour soutenir les décisions et les négociations les a également rapprochés du développement du modèle lui-même et leur a permis de franchir temporairement la frontière entre science et gestion. De même, l'utilité de l'aide à la décision, en plus de la politique de « libre accès » du CRC for Water Sensitive Cities a ouvert la porte à des types d'acteurs (urbanistes, élus, citoyens) nouveaux et diversifiés au-delà des frontières officielles du programme.

4. Discussion

4.1. Ce à quoi servent les « organisations frontières »

Les « *organisations frontières* » sont généralement considérées comme des interfaces entre science et politique, permettant à des parties-prenantes de plusieurs mondes sociaux d'interagir et d'échanger des ressources (connaissances, données, compétences, outils, techniques, instruments...). Ces organisations impliquent des arrangements financiers ou institutionnels. Ce faisant, elles agissent en tant qu'intermédiaires (Gulbrandsen, 2011) qui peuvent stabiliser les frontières contestées de la science et de la politique (Pesch *et al.*, 2012), assurer la médiation entre les domaines de la science et de l'application (Hellström and Jacob, 2003), et lier la science à la prise de décision à plusieurs niveaux (Cash *et al.*, 2003).

Le PIREN-Seine, pas plus que le CRC for Water Sensitive Cities, ne prétendent explicitement être des organisations frontières ; cependant les rôles et les fonctions que ces deux programmes finissent par endosser après plusieurs décennies peuvent être interprétés comme ceux de « *boundary organisations* » telles que la théorie les décrits. Au fil du temps, ces organisations impliquent un nombre croissant de parties prenantes de différents côtés de la frontière ; elles fonctionnent comme une interface science-gestion participant à la construction d'un environnement propice à des interactions et des échanges prolongés dans le temps et conduisent à produire des objets frontières qui sont eux-mêmes sources de débats et de confiance sur l'interprétation des données et des connaissances.

Un corpus croissant de travaux sur le sujet suggèrent que les « organisations frontières » remplissent plusieurs fonctions, notamment:

- relier différents intérêts à différents niveaux, échelles et organisations (Cash, 2001) ;
- faciliter la (co-)production de connaissances (Dilling and Lemos, 2011; Edelenbos *et al.*, 2011; Meadow *et al.*, 2015; van Kerkhoff and Lebel, 2006) ;
- améliorer l'utilisation des connaissances scientifiques (Kirchhoff, 2013; Lemos *et al.*, 2012; McNie, 2007) ;
- renforcer la confiance, la crédibilité et la légitimité (Cash *et al.*, 2003; Commenges *et al.*, 2014; Sarkki *et al.*, 2014; White *et al.*, 2010), et ;
- favoriser l'apprentissage social¹ (Berkes, 2009; Mostert *et al.*, 2007; Pahl-Wostl, 2002; Pahl-Wostl *et al.*, 2007; Tippett *et al.*, 2005).

Le PIREN-Seine et le CRC for Water Sensitive Cities remplissent l'ensemble de ces fonctions. On peut, dans le cadre de ce rapport, en détailler deux en particulier : le renforcement de la confiance et les échanges réciproques de crédibilité et de légitimité et l'apprentissage social qui résultent des interactions au sein des organisations en général et autour des modèles en particulier.

4.1.1. Un environnement propice à la confiance et à l'apprentissage social

Le « *travail de frontière* » implique un ensemble de négociations, obligeant les organisations de confédérations à jouer différents rôles : de *convocation*, de *collaboration*, de *médiation* et de *traduction* (Franks, 2010 ; Tribbia and Moser., 2008). Les deux premiers rôles, de *convocation* et de *collaboration*, sont étroitement liés. Le premier fait référence à l'acte consistant à rassembler différents acteurs afin d'échanger des informations et des perspectives et à créer un climat de confiance, tandis que le second se rapporte davantage à la gestion de ces échanges dans un but collectif, tel que la coproduction d'objets frontières. La *médiation* permet de négocier des objectifs concurrents pour favoriser une collaboration efficace, tandis que la *traduction* consiste à rendre les informations accessibles et compréhensibles pour plusieurs parties. Au fil du temps, ces interactions favorisent la confiance et l'apprentissage social.

En tant qu'organisation frontière, le CRC for Water Sensitive Cities fournit la connaissance et les outils (les objets frontières) qui permettent aux acteurs de différents mondes de communiquer, favorisant ainsi la collaboration. L'implication des utilisateurs finaux tout au long du processus de développement vise à créer

¹ Le concept d'« *apprentissage social* » dans ce contexte trouve son origine de la théorie de l'apprentissage social de Bandura (1977), un concept de psychologie faisant référence à la façon dont les gens apprennent par observation et imitation

un climat de confiance grâce à des relations de travail étroites et à la sollicitation de commentaires, tout en familiarisant l'utilisateur à l'outil dès le début. Un autre rôle principal du CRC for Water Sensitive Cities est la traduction, qui est soutenue par le sous-programme « *Formation et Sensibilisation* » comprenant des manuels d'utilisation et des guidelines, du matériel de référence et des ateliers de « renforcement des capacités ».

L'apprentissage social est un processus clé de la collaboration et de la traduction. Leur stratégie consiste à impliquer divers acteurs à différentes échelles (chercheurs, praticiens, décideurs) et à toutes les étapes du processus de gestion et de planification, de la recherche à la mise en œuvre, en passant par la mise en œuvre des politiques publiques. Dans ce processus, les modèles jouent un rôle important dans la médiation, permettent de réfléchir à des solutions hydrauliques et servent à négocier des droits à construire entre aménageur et puissance publique. Cette stratégie est également facilitée par le fait que le CRC for Water Sensitive Cities a clairement pour objectif de promouvoir le concept de water sensitive cities, qui se décline en un ensemble normalisé d'outils et de concepts prêts à être mis en œuvre.

Dans le PIREN-Seine, les connaissances et les outils visent à répondre aux besoins des chercheurs et des praticiens, y compris des gestionnaires de l'eau et des techniciens, principalement en matière d'éclaircissement et d'aide à la décision. L'objectif sous-jacent du programme étant de développer une vision commune et de mieux comprendre le fonctionnement du bassin de la Seine, le rôle principal du PIREN-Seine en tant qu'organisation frontière a été de convoquer ou pour le dire autrement de réunir et d'organiser la coopération et l'échange. Les connaissances sont transférées en créant des lieux d'échanges formels et informels, en informant les praticiens des nouveaux développements de la recherche, tout en leur offrant des opportunités de participation et des retours d'informations. Un aperçu des résultats de recherche du programme est présenté dans des publications telles que des rapports d'activités, des fascicules, des fiches et des articles de revues. Les cas dans lesquels un sous-groupe d'acteurs collabore à une tâche ou à un projet spécifique améliorent le transfert de connaissances grâce au lien direct entre producteurs et utilisateurs.

Récemment, la demande croissante des partenaires opérationnels pour rendre les résultats de la recherche plus accessibles a abouti à la création d'une « cellule de transfert » dédiée en 2016, chargée notamment de la convocation, de la collaboration et de la médiation. En plus de l'organisation des échanges et des collaborations, la cellule de transfert sert également de lieu de communication pour assurer une plus grande médiation entre les différents objectifs des chercheurs et des partenaires. Cependant les modèles demeurent le principal outil de médiation grâce auxquels se négocient des représentations communes des problèmes qui doivent être étudiés. Une autre fonction importante consiste à valoriser et à vulgariser les résultats de la recherche, ce qui se fait à différents niveaux.

Bien que cette formalisation de la fonction de transfert au sein du PIREN-Seine en soit encore à ses débuts, les réactions positives des partenaires opérationnels est un signe de progrès. L'accès à des documents synthétiques, validés par les chercheurs et les praticiens comme l'état des connaissances sur un sujet, donne également aux partenaires opérationnels crédibilité et légitimité en tant qu'acteurs au sein de leurs propres institutions et plus largement dans le réseaux des gestionnaires du bassin de la Seine. Nombre d'acteurs interviewés témoignent « qu'en interne », un document tel qu'un dépliant de 4 pages valorisant les résultats scientifiques de manière simplifiée et accessible permet aux acteurs de justifier le financement du programme aux niveaux supérieurs.

4.2. Frontières floues, relations hétérogènes

Alors que le CRC for Water Sensitive Cities touche des acteurs de la recherche, de la gestion et des politiques à différents niveaux, le PIREN-Seine est plus limité en termes d'acteurs impliqués. Premièrement, les activités du PIREN-Seine concernent les acteurs de l'eau dans le bassin de la Seine, mais n'incluent pas les élus. L'influence sur les politiques est donc limitée et l'expertise produite participe d'avantage à la construction d'un « environnement cognitif » des décisions plutôt qu'à des arbitrages ou des choix de régulation. Deuxièmement, l'implication institutionnelle des acteurs de l'eau est limitée à une ou deux « personnes contacts » représentant certes leur institution mais participant également aux activités du PIREN-Seine en fonction de leurs intérêts et de leur agenda. Cependant, le transfert des connaissances et

d'outils ne se limite pas au rôle et aux responsabilités de cette personne contact, les documents et outils faisant l'objet de validations élargies au sein des institutions partenaires.

En revanche, il est important de noter que les acteurs impliqués dans le PIREN Seine et le CRC for Water Sensitive Cities ne limitent pas leurs activités aux limites de ces programmes de recherche. En fait, ils sont souvent impliqués dans d'autres activités et échanges via d'autres programmes ou moyens. Par exemple, dans le PIREN-Seine, certains chercheurs peuvent faire partie d'un conseil scientifique d'un des partenaires opérationnels ou être sollicités à des débats publics tels que ceux organisés par la Commission Nationale des Débats Publics à l'occasion de projets d'aménagement impliquant des acteurs opérationnels. Dans le CRC for Water Sensitive Cities, il est courant que les acteurs changent de rôle tout au long de leur carrière, passant d'une carrière de chercheur à celle des services publics d'assainissement ou à celle d'élu politique par exemple. Grâce à ces échanges par-delà les frontières institutionnelles, les connaissances scientifiques et les outils développés au sein du PIREN-Seine peuvent imprégner d'autres mondes. Le développement récent des scénarios d'évolutions agricole et urbaine est un autre exemple de ces échanges entre les champs de la recherche et celui de la gestion qui viennent en complément de la médiation permise par les modèles. Bien que cela représente une activité de recherche et des acteurs au sein du PIREN-Seine, le débat centré sur ces scénarios – qui pourraient un jour servir de base à des simulations conduites à l'aide des modèles - contribue aux changements politiques à long terme au niveau national.

5. Conclusions

En comparant les exemples empiriques du PIREN-Seine et du CRC for Water Sensitive Cities, on peut distinguer deux philosophies différentes : l'idée d'assurer un transfert de connaissances au sein du PIREN-Seine permettant aux acteurs opérationnels du secteur de l'eau de renforcer leur position dans les jeux d'acteurs institutionnels et l'idée « d'empowerment » au sein du CRC for Water Sensitive Cities permettant à l'ensemble des acteurs de l'aménagement de négocier des compromis. Le but de cette analyse n'est pas de prescrire une stratégie préférable, mais plutôt de mettre en évidence les différents rôles des modèles dans les organisations frontières tels que le PIREN-Seine et le CRC for Water Sensitive Cities. D'ailleurs, si les différentes finalités et stratégies de modélisation conduisent à une distribution des utilisations et utilités différentes dans chacun des cas, on constate dans les deux cas la nécessité d'avoir un scientifique ou un acteur maîtrisant l'expertise technique nécessaire pour faire tourner le modèle.

Appliquer le concept d'organisations frontières aux exemples du PIREN-Seine et du CRC for Water Sensitive Cities nous a permis de constater qu'il n'était pas suffisant que les chercheurs conçoivent le modèle pour qu'il soit jugé crédible et légitime. Il faut également créer les conditions favorables à une collaboration et à des échanges productifs entre les acteurs impliqués. C'est dans ce contexte d'interactions multiples et de confiance partagée que les modèles peuvent fonctionner comme des objets frontières permettant d'unir et de distinguer divers acteurs appartenant à différents mondes sociaux. Dans le même temps, le concept d'organisation frontière ne permet que difficilement de saisir l'hétérogénéité des acteurs et des institutions, la diversité de leur engagement dans le programme et la multiplicité des interactions existant dans ces types d'espaces. Ainsi, si les modèles peuvent faciliter des interactions et des échanges multiples, les scénarios sont un autre type d'objet frontière qui ne requière pas de compétences spécifiques et sont donc accessibles à un public plus varié. L'articulation des modèles et des scénarios pourrait devenir un des enjeux futurs dont dépendra la performance de l'organisation à permettre une connaissance « utile à l'action ».

Bibliographie

Allain, S. (2001). Les schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) : une procédure innovante de planification participative de bassin / Participative planning applied to water basins and the management of water resources. *Géocarrefour* 76, 199–209. <https://doi.org/10.3406/geoca.2001.2557>

Argent, R.M. (2004). An overview of model integration for environmental applications—components, frameworks and semantics. *Environ. Model. Softw., Concepts, Methods and Applications in Environmental Model Integration* 19, 219–234. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(03\)00150-6](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(03)00150-6)

- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Berkes, F. (2009). Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *J. Environ. Manage.* 90, 1692–1702. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.12.001>
- Cash, D., Clark, W.C., Alcock, F., Dickson, N., Eckley, N., Jäger, J. (2003). Salience, Credibility, Legitimacy and Boundaries: Linking Research, Assessment and Decision Making. *SSRN Electron. J.* <https://doi.org/10.2139/ssrn.372280>
- Cash, D.W. (2001). “In Order to Aid in Diffusing Useful and Practical Information”: Agricultural Extension and Boundary Organizations. *Sci. Technol. Hum. Values* 26, 431–453. <https://doi.org/10.1177/016224390102600403>
- Clark, W.C., Tomich, T.P., van Noordwijk, M., Guston, D., Catacutan, D., Dickson, N.M., McNie, E. (2011). Boundary work for sustainable development: Natural resource management at the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR). *Proc. Natl. Acad. Sci.* 113, 4615–4622. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900231108>
- Commenges, H., Tomasoni, L., Seigneur, C., Bonin, O., Leurent, F., Bonhomme, C., Deroubaix, J. (2014). Function of Environmental Urban Models: Trust, Consensus, Responsibility.
- Corbin, J., Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*, 3rd ed. SAGE Publications Inc., Thousand Oaks, CA, USA.
- Dilling, L., Lemos, M.C. (2011). Creating usable science: Opportunities and constraints for climate knowledge use and their implications for science policy. *Glob. Environ. Change* 21, 680–689. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.11.006>
- Edelenbos, J., van Buuren, A., van Schie, N. (2011). Co-producing knowledge: joint knowledge production between experts, bureaucrats and stakeholders in Dutch water management projects. *Environ. Sci. Policy* 14, 675–684. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.04.004>
- Franks, J. (2010). Boundary organizations for sustainable land management: The example of Dutch Environmental Co-operatives. *Ecol. Econ.* 70, 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.08.011>
- Ghiotti, S. (2006). Les Territoires de l’eau et la décentralisation. La gouvernance de bassin versant ou les limites d’une évidence. *Dév. Durable Territ.* <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.1742>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. SAGE.
- Glaser, B.G., Holton, J. (2004). Remodeling Grounded Theory. *Forum Qual. Sozialforschung Forum Qual. Soc. Res.* 5.
- Glaser, B.G., Strauss, A.L., Strutzel, E. (1968). The Discovery of Grounded Theory; Strategies for Qualitative Research. *Nurs. Res.* 17, 364.
- Gulbrandsen, M. (2011). Research institutes as hybrid organizations: central challenges to their legitimacy. *Policy Sci.* 44, 215–230. <https://doi.org/10.1007/s11077-011-9128-4>
- Guston, D. (2001). Boundary Organizations in Environmental Policy and Science: An Introduction. *Sci. Technol. Hum. Values, Special Issue: Boundary Organizations in Environmental Policy and Science* 26, 399–408.

- Guston, D.H. (1999). Stabilizing the Boundary between US Politics and Science:: The Rôle of the Office of Technology Transfer as a Boundary Organization. *Soc. Stud. Sci.* 29, 87–111. <https://doi.org/10.1177/030631299029001004>
- Hellström, T., Jacob, M. (2003). Boundary organisations in science: from discourse to construction. *Sci. Public Policy* 30, 235–238. <https://doi.org/10.3152/147154303781780371>
- Jasanoff, S. (1995). Procedural choices in regulatory science. *Technol. Soc.* 17, 279–293.
- Jasanoff, S.S. (1987). Contested Boundaries in Policy-Relevant Science. *Soc. Stud. Sci.* 17, 195–230. <https://doi.org/10.1177/030631287017002001>
- Kirchhoff, C.J. (2013). Understanding and enhancing climate information use in water management. *Clim. Change* 119, 495–509. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0703-x>
- Laurent, F. (1996). Outils de modélisation spatiale pour la gestion intégrée des ressources en eau : Application aux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (phdthesis). Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris ; Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Leigh Star, S. (2010). This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept. *Sci. Technol. Hum. Values* 35, 601–617. <https://doi.org/10.1177/0162243910377624>
- Lemos, M.C., Kirchhoff, C., Ramprasad, V. (2012). Narrowing the Climate Information Usability Gap. *Nat. Clim. Change* 2, 789–794. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1614>
- Liu, Y. (2009). Data-driven geospatial visual analytics for real-time urban flooding decision support, in: AGU Fall Meeting Abstracts Google Scholar.
- Louvel, S. (2015). Ce que l'interdisciplinarité fait aux disciplines: Une enquête sur la nanomédecine en France et en Californie. *Rev. Fr. Sociol.* 56, 75. <https://doi.org/10.3917/rfs.561.0075>
- Massardier, G. (2009). La gouvernance de l'eau : entre procédure de concertation et régulation «adhocratique». Le cas de la gestion de la rivière Verdon en France. *Vertigo*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.8993>
- McNie, E.C. (2007). Reconciling the supply of scientific information with user demands: an analysis of the problem and review of the literature. *Environ. Sci. Policy* 10, 17–38. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.10.004>
- Meadow, A.M., Ferguson, D.B., Guido, Z., Horangic, A., Owen, G., Wall, T., Meadow, A.M., Ferguson, D.B., Guido, Z., Horangic, A., Owen, G., Wall, T. (2015). Moving toward the Deliberate Coproduction of Climate Science Knowledge [WWW Document]. <Httpdxdoiorg101175WCAS--14-000501>. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-14-00050.1>
- Mostert, E., Pahl-Wostl, C., Rees, Y., Searle, B., Tàbara, D., Tippett, J. (2007). Social Learning in European River-Basin Management: Barriers and Fostering Mechanisms from 10 River Basins. *Ecol. Soc.* 12. <https://doi.org/10.5751/ES-01960-120119>
- Nilsson, M., Jordan, A., Turnpenny, J., Hertin, J., Nykvist, B., Russel, D. (2008). The use and non-use of policy appraisal tools in public policy making: an analysis of three European countries and the European Union. *Policy Sci.* 41, 335–355. <https://doi.org/10.1007/s11077-008-9071-1>
- O'Mahony, S., Bechky, B.A. (2008). Boundary organizations: Enabling collaboration among unexpected allies. *Adm. Sci. Q.* 53, 422–459.
- Pahl-Wostl, C. (2002). Towards sustainability in the water sector – The importance of human actors and processes of social learning. *Aquat. Sci.* 64, 394–411. <https://doi.org/10.1007/PL00012594>

- Pahl-Wostl, C., Craps, M., Dewulf, A., Mostert, E., Tabara, D., Taillieu, T. (2007). Social Learning and Water Resources Management. *Ecol. Soc.* 12. <https://doi.org/10.5751/ES-02037-120205>
- Pesch, U., Huitema, D., Hisschemöller, M. (2012). A Boundary Organization and its Changing Environment: The Netherlands Environmental Assessment Agency, the MNP. *Environ. Plan. C Gov. Policy* 30, 487–503. <https://doi.org/10.1068/c10150j>
- Sarkki, S., Niemela, J., Tinch, R., van den Hove, S., Watt, A., Young, J. (2014). Balancing credibility, relevance and legitimacy: A critical assessment of trade-offs in science-policy interfaces. *Sci. Public Policy* 41, 194–206. <https://doi.org/10.1093/scipol/sct046>
- Star, S.L., Griesemer, J.R. (1989). Institutional Ecology, “Translations” and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Soc. Stud. Sci.* 19, 387–420.
- Tippett, J., Searle, B., Pahl-Wostl, C., Rees, Y. (2005). Social learning in public participation in river basin management—early findings from HarmoniCOP European case studies. *Environ. Sci. Policy* 8, 287–299. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2005.03.003>
- Tribbia, J., Moser, S. (2008). More than information: what coastal managers need to plan for climate change. *Environ. Sci. Amp Policy* 315–328.
- Trompette, P., Vinck, D. (2009). Retour sur la notion d’objet-frontière. *Rev. Anthropol. Connaiss.* 3, 1, 5. <https://doi.org/10.3917/rac.006.0005>
- van Kerkhoff, L., Lebel, L. (2006). Linking Knowledge and Action for Sustainable Development. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 31, 445–477. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.102405.170850>
- Vieillard-Coffre, S. (2001). Gestion de l’eau et bassin versant: De l’évidente simplicité d’un découpage naturel à sa complexe mise en pratique. *Hérodote* 102, 139. <https://doi.org/10.3917/her.102.0139>
- Waterton, C. (2005). Scientists’ conceptions of the boundaries between their own research and policy. *Sci. Public Policy* 32, 435–444. <https://doi.org/10.3152/147154305781779218>
- White, D.D., Wutich, A., Larson, K.L., Gober, P., Lant, T., Senneville, C. (2010). Credibility, salience, and legitimacy of boundary objects: water managers’ assessment of a simulation model in an immersive decision theater. *Sci. Public Policy* 37, 219–232.
- Wong, T.H.F. (2006). An Overview of Water Sensitive Urban Design Practices in Australia. *Water Pract. Technol.* 1. <https://doi.org/10.2166/wpt.2006018>
- Wong, T.H.F., Brown, R.R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Sci. Technol.* 60, 673–682. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.436>